

Оценка закона распределения напряжения в распределительных электрических сетях г. харькова

Гриб О.Г., д.т.н., проф., Довгало О. Н., к.т.н., доц.

Харьковская национальная академия городского хозяйства

Анализу режимов напряжения в распределительных электрических сетях (РЭС) всегда уделялось много внимания, так как решение данного вопроса имеет большое практическое значение. В настоящее время появилась возможность повысить эффективность управления режимами работы РЭС за счет использования более точных приборов учета и современных средства вычислительной и компьютерной техники. Для этого необходимым условием является проведение анализа режимов работы сетей, одной из составляющих которого является оценка закона распределения исследуемого параметра режима.

Для оценки закона распределения функции напряжения в РЭС г. Харькова было произведено более 70 измерений на шинах 10, 6 и 0,4 кВ городских трансформаторных подстанций, расположенных в центрах питания нагрузок; на вводно-распределительных устройствах потребителей, расположенных в наиболее удаленных и приближенных к центрам питания точках сети 10, 6 и 0,4 кВ; а также в точках подключения отдельных электроприемников. Длительность непрерывных измерений напряжения в указанных точках сети составляла от 5 до 7 суток для режимов максимальных и минимальных нагрузок. Измерения производились аттестованным прибором «АНТЭС АК-3Ф».

По результатам проведенных измерений для каждой точки сети значения напряжения были представлены в виде выборки, состоящей из n независимых наблюдений за случайной функцией $U(t)$, вид которой показан на рис. 1., рис. 2, рис 3.

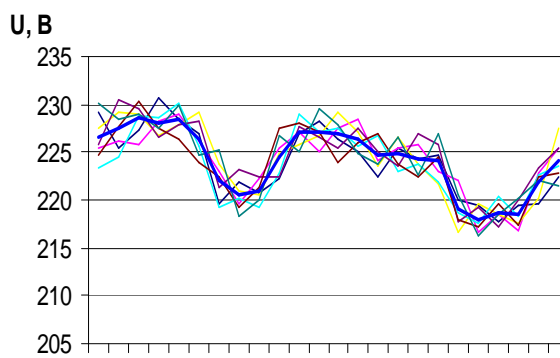
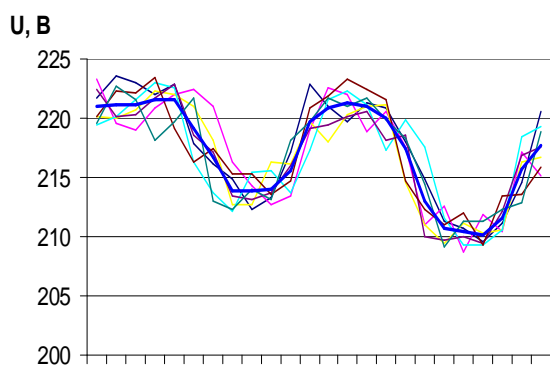


Рис. 1. Значения напряжения в сети 0,4 кВ: а - в режиме максимальных нагрузок; б - в режиме минимальных нагрузок

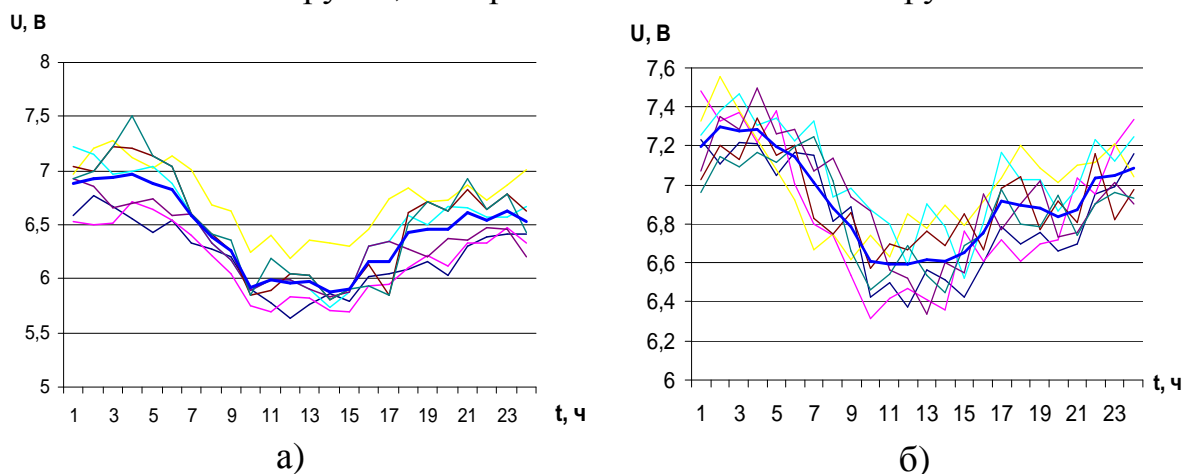


Рис. 2. Значения напряжения в сети 6 кВ: а - в режиме максимальных нагрузок; б - в режиме минимальных нагрузок

Для всех исследуемых точек РЭС были определены интегральные вероятностные характеристики случайной функции напряжения: математическое ожидание $M[U(t)]$, дисперсия $D[U(t)]$, среднеквадратическое отклонение $\sigma[U(t)]$.

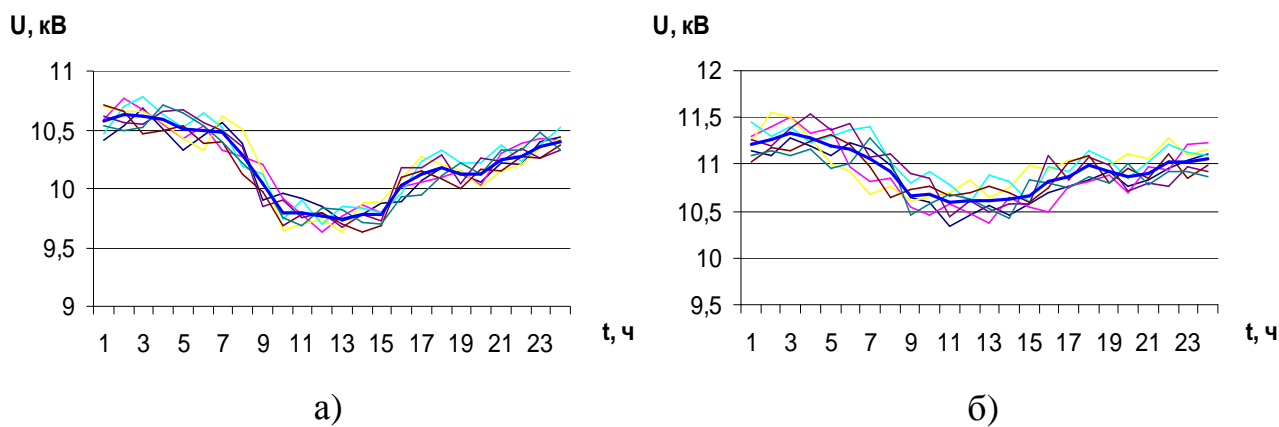


Рис. 3. Значения напряжения в сети 10 кВ: а - в режиме максимальных нагрузок; б - в режиме минимальных нагрузок

Далее для них были построены эмпирические гистограммы с усреднением экспериментальных данных по всему периоду измерений. Для построения группированного ряда вся область измерения случайной величины $U(t)$ была разбита на q интервалов, величина которых h определялась по формуле Стэрджеса и приведена в табл. 1. Вид полученных эмпирических гистограмм для режима максимальных и минимальных нагрузок в исследуемой РЭС представлен на рис. 4, рис. 5, рис. 6.

Таблица 1 - Длительность интервалов разбиения группированных статистических рядов функции напряжения

Напряжение РЭС, кВ	В режиме максимальных нагрузок			В режиме минимальных нагрузок		
	Umin, В	Umax, В	h, В	Umin, В	Umax, В	h, В
0,4	208,66	223,53	1,8	216,32	230,74	1,8
6	5735	7508	125	5955	7982	120
10	9630	10780	140	10330	11560	150

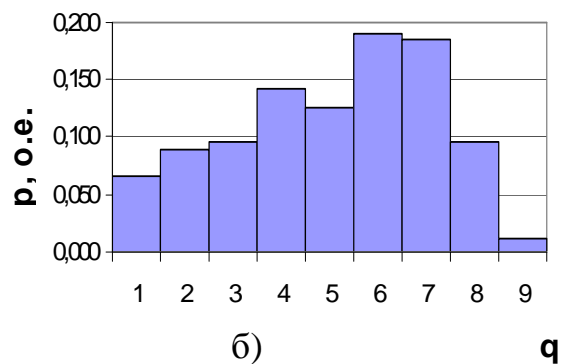
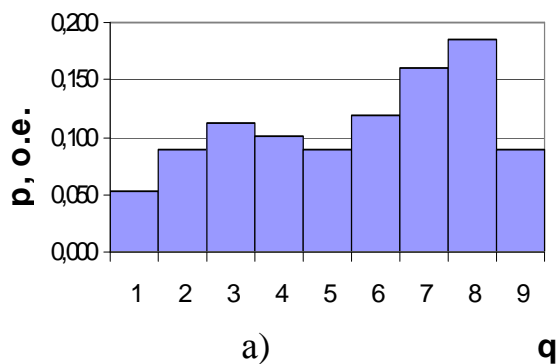


Рис. 4. Гистограммы функции напряжения в сети 0,4 кВ: а - в режиме максимальных нагрузок; б - в режиме минимальных нагрузок

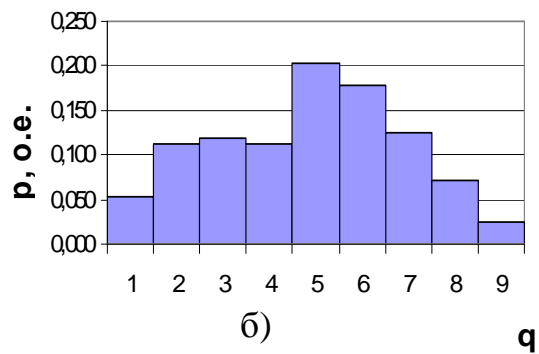
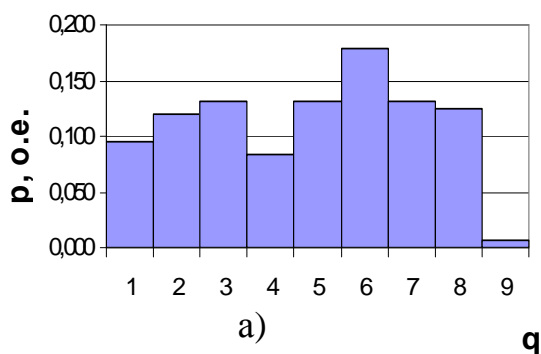


Рис. 5. Гистограммы функции напряжения в сети 6 кВ: а - в режиме максимальных нагрузок; б - в режиме минимальных нагрузок

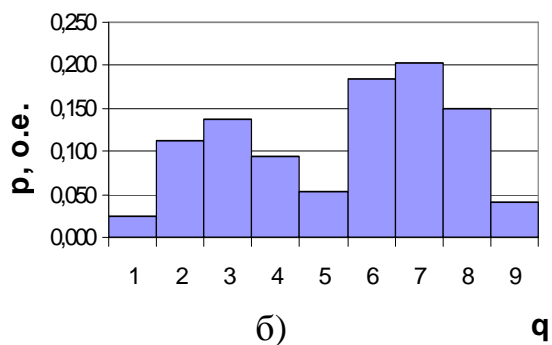
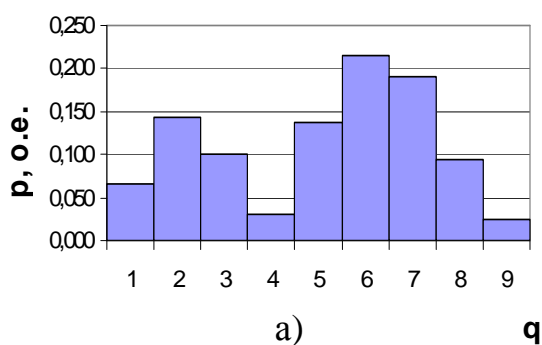


Рис. 6. Гистограммы функции напряжения в сети 10 кВ: а - в режиме максимальных нагрузок; б - в режиме минимальных нагрузок.

Произведена аппроксимация построенных гистограмм аналитическими

зависимостями по методу наименьших квадратов. По внешнему виду гистограмм были выбраны аналитические функции, которые наиболее точно описывают исследуемые законы распределения: нормальный, равномерный, Эрланга, гамма-распределения, полиномиальный, логистический.

Критерий χ^2 позволил оценить степень согласованности экспериментальной и каждой из теоретических функций плотности распределения напряжения. Обосновано, что ни одна из рассматриваемых зависимостей не описывает закон распределения исследуемой случайной величины с требуемой достоверностью. Таким образом, для исследуемой функции напряжения не существует единой плотности вероятностей на рассматриваемом интервале.

Для более детального анализа режима напряжения в РЭС был определен закон распределения случайной функции напряжения на суточном интервале. Исследования показали, что функция напряжения для всех исследуемых точек РЭС представляет собой случайную последовательность, близкую к процессам марковского типа.

Для достоверного описания режима напряжения в режимах максимальных и минимальных нагрузок может быть использована только последовательность мгновенных плотностей вероятностей, построенных для каждого момента времени и аппроксимируемых нормальным законом распределения.

Выявленные особенности режимов напряжения в РЭС позволят в дальнейшем оптимальным образом корректировать закон его регулирования для повышения эффективности эксплуатации сети.

